

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 614**

51 Int. Cl.:

G01S 17/10 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)
G01S 7/486 (2006.01)
G01S 7/487 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)
G01S 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.01.2014 PCT/EP2014/000082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO2014131483**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2014 E 14701142 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2962127**

54 Título: **Procedimiento para determinar una distancia de un objeto a un vehículo automóvil con la utilización de un sensor PMD**

30 Prioridad:
26.02.2013 DE 102013003186

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2017

73 Titular/es:
**AUDI AG (100.0%)
85045 Ingolstadt, DE**

72 Inventor/es:
POLLMER, JENS

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 613 614 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar una distancia de un objeto a un vehículo automóvil con la utilización de un sensor PMD

5 La invención concierne a un procedimiento para determinar una distancia de un objeto a un vehículo automóvil utilizando un sensor PMD y a un sensor PMD.

10 Los sensores PMD (Photonic Mixing Device-Sensor –sensor de dispositivos mezcladores fotónicos-, designado también frecuentemente como detector fotomezclador), son sensores ópticos muy conocidos entretanto en el estado de la técnica, cuyo principio de funcionamiento se basa en el procedimiento de tiempo de propagación de la luz (time of flight – tiempo de vuelo). Una señal de medición emitida por una fuente de señal se refleja en un objeto y se
15 captura de nuevo por un detector de señal. En este caso, se utilizan usualmente señales de medición de luz moduladas con una frecuencia de modulación, determinándose un desplazamiento de fase por la comparación de la señal de medición emitida con la recibida de nuevo. A partir de este desplazamiento de fase se pueden calcular distancias al objeto, y bien, dado que se observa el desplazamiento de fase, existe una ambigüedad debido a que cada distancia modificada en un múltiplo de la longitud de onda de modulación perteneciente a la frecuencia de modulación conduce al mismo desplazamiento de fase.

20 El uso de bajas frecuencias de modulación no es deseable en este caso usualmente, a pesar de que se presenten longitudes de onda largas, pero la medición y, por tanto, la duración de un ciclo de medición se prolongan claramente, de modo que no se están disponibles mediciones de distancia con la frecuencia deseada. Sin embargo, el uso de altas frecuencias tiene un gran número de ventajas, puesto que la eficiencia total del sensor PMD aumenta también al aumentar la frecuencia. En particular, se pueden aumentar la resolución local y el alcance de la señal de medición. No obstante, en este caso, se origina el problema de que con frecuencias más altas, se reduce correspondientemente una zona de alcance que comienza en el vehículo automóvil, en la que es posible una determinación unívoca de una distancia a partir del desplazamiento de fase. No obstante, otro problema es que, con
25 intensidades de iluminación habituales, que estén ajustadas a tal zona de alcance o zona de univocidad, los objetos fuertemente reflectantes a distancias mayores, por ejemplo los denominados retrorreflectores, pueden generar una señal que, habida cuenta solamente de la distancia posible más cercana, pueden generar una señal falsa debido al desplazamiento de fase.

30 Para solucionar esta problemática se ha propuesto en aplicaciones con grandes zonas de reconocimiento, lograr una ampliación de la zona de alcance por medio de la combinación de varias frecuencias. En este caso, en un ciclo de medición, se modula la señal de medición con varias frecuencias de modulación diferentes, por ejemplo tres frecuencias de modulación, y se determinan correspondientemente los desplazamientos de fase para cada frecuencia de modulación. De estos desplazamientos de fase derivan una pluralidad de distancias posibles, como se explica anteriormente. Sólo las distancias que se han determinado para todos los desplazamientos de fase son posibles soluciones, de modo que, según la elección de las diferentes frecuencias de modulación, pueda extenderse
35 la zona de alcance en la que es posible una determinación unívoca de una distancia.

40 No obstante, esta solución tiene la desventaja de que, debido a la pluralidad de las frecuencias de modulación, el tiempo hasta el reconocimiento seguro (unívoco) de una distancia de un objeto se determina a través de los tiempos de exposición necesarios. Resulta una prolongación clara del ciclo de medición. Simultáneamente, esta solución se limita por la elección de las posibles frecuencias, en particular de la frecuencia máxima superior. Esta limitación impide la combinación óptima de cantidad de luz y frecuencia de modulación.

El documento DE 2010 003 409 A1 concierne a una cámara de tiempo de propagación de la luz. En este caso, se mide un desplazamiento de fase para al menos tres frecuencias de modulación diferentes y se forman diferencias de los desplazamientos de fase de las frecuencias de modulación contiguas. Por tanto, se presentan al menos dos diferencias de fase independientes que pueden evaluarse. Así, debe ensancharse también la zona de univocidad.

45 El documento US 3.652.161 concierne a un procedimiento y una disposición para el acotamiento óptico de distancias con alta precisión. En este caso, se realizan una medición basta por medio del tiempo de propagación y una medición precisa por medio de una señal de medición que es corta con relación a la distancia. La ambigüedad entre el número de longitudes de onda entre la señal directa y reflejada se resuelve por medio de la medición basta.

50 El documento US 5.745.437 concierne a un procedimiento y un dispositivo de telemetría por medio de ráfagas coherentes. Tiene lugar una modulación de alta frecuencia de una señal emitida casi continuamente en ráfagas y se analiza la muestra de ráfagas contenida en la señal recibida, utilizándose para la determinación de distancia del tiempo de propagación y el desplazamiento de fase.

55 Por tanto, la invención se basa en el problema de indicar una posibilidad para la determinación de distancia con un sensor PMD que, utilizando altas frecuencias de modulación y sin prolongar excesivamente la duración del ciclo de medición, permita una univocidad y una elevada flexibilidad en la configuración del proceso de medición concreto.

Para solucionar este problema, en un procedimiento del tipo citado al principio, están previstas las siguientes etapas:

- en un ciclo de medición medir un desplazamiento de fase de una señal de medición reflejada en el objeto para al menos una frecuencia de modulación, seleccionándose la frecuencia de modulación de tal modo que en una zona de alcance que comienza en el vehículo automóvil, sea posible a partir del desplazamiento de fase una determinación unívoca de una distancia, y

5 -realizar una medición del tiempo de propagación para una señal individual reflejada en el objeto durante un intervalo temporal que comienza con la emisión de la señal individual y termina en un momento correspondiente a la doble pasada por la zona de alcance, realizándose la medición del desplazamiento de fase y la medición del tiempo de propagación una tras otra,

10 - en caso de que se haya medido una señal individual reflejada durante el intervalo temporal, determinar una distancia a partir del desplazamiento de fase,

- en caso de que no se haya medido ninguna señal individual reflejada durante el intervalo temporal, descartar el desplazamiento de fase sin determinación de una distancia.

15 La idea básica de la presente invención es ampliar la determinación anterior de una distancia con una especie de procedimiento "sonar", que asegure solamente la univocidad para una zona de alcance. En este caso, no pueden imponerse mayores exigencias de ninguna clase a la medición del tiempo de propagación, ya que la medición del tiempo de propagación sirve solamente para asegurar en lo posible que una señal captada en el ámbito de la medición del desplazamiento de fase esté también realmente en la zona de alcance. Por tanto, se propone un ciclo de medición en el que, además del esquema de modulación clásico y la medición de la señal de medición, se emita un impulso de luz adicional, la señal individual, a través de la fuente de señal existente (equipo de iluminación PMD).
20 Durante un intervalo temporal seleccionado deliberadamente se comprueba si se ha recibido de nuevo la señal individual, que puede comprender uno o varios impulsos. Si se utiliza un sensor PMD con varios píxeles, entonces, por supuesto, se realiza este ciclo de medición para todos los píxeles. De esta manera, se pueden identificar los píxeles cuyo valor de medición para el desplazamiento de fase procede de la zona de alcance relevante.

25 En este caso, como ya se ha mencionado, no es necesario determinar exactamente la distancia por medio de la medición del tiempo de propagación, de modo que pueden utilizarse sensores PMD actuales sin (fuerte) intervención en la arquitectura. Puesto que se descartan desplazamientos de fase medidos, para los cuales no se ha medido ninguna reflexión de la señal individual en el intervalo temporal, se materializa finalmente una supresión de la zona de distancia que sigue a la zona de alcance, pudiendo dimensionarse correspondientemente el intervalo temporal.

30 Por ejemplo, para una zona de alcance, para la determinación unívoca de una distancia de x_{\max} a partir de la relación conocida

$$x_{\max} = t_{\max} \cdot c \cdot 2$$

se puede deducir que la extensión del intervalo temporal debe ascender a:

$$t_{\max} = x_{\max} / (2 \cdot c)$$

35 Si la zona de alcance presenta una longitud de 50 m, resulta por ejemplo un intervalo temporal de una longitud de 83 ns.

Por tanto, partiendo de que como criterio de diseño para un sensor PMD se predetermina una longitud de la zona de alcance, es decir, x_{\max} , se pueden suprimir reflexiones que están más allá de esta zona de alcance por medio de la medición adicional del tiempo de propagación. Por consiguiente, la univocidad, que resulta por la al menos una frecuencia de modulación, se puede limitar entonces deliberadamente a la zona de alcance, de modo que se pueda lograr una elevación clara de la misma, por ejemplo usando varias frecuencias de modulación, lo que trae consigo las ventajas citadas al principio. Alternativamente, la univocidad en la zona de alcance puede lograrse con menos frecuencias de modulación, en particular sólo una frecuencia de modulación, de modo que la duración de un ciclo de medición pueda reducirse claramente. En total el procedimiento de funcionamiento según la invención para un sensor PMD para medir la distancia de al menos un objeto hace posible una flexibilidad claramente mayor durante el diseño del sistema completo. Si se trabaja con un número menor de frecuencias de modulación, resultan ciclos de medición más cortos. Además, puede renunciarse entonces a exposiciones, de modo que también la duración temporal de la carga puede reducirse por diodos luminiscentes previstos frecuentemente en las fuentes de señal. Esto hace posible, por ejemplo, una potencia de impulso más grande de los diodos luminiscentes, de modo que también puedan lograrse de esta manera alcances mayores del sistema. No obstante, por otro lado, también es posible, durante el uso de varias frecuencias de modulación, elevar las frecuencias de sistema, de modo que resulte una eficiencia mejorada y también una resolución local mejorada.

55 En otra configuración de la presente invención puede preverse que el momento que define el final del intervalo temporal, habida cuenta de las imprecisiones de medición y de un alcance nominal predeterminado, se determine de manera que una zona de distancia definida por las desviaciones estándar esté fuera del alcance nominal situado dentro de la zona de alcance, en particular unido a éste. Como ya se ha mencionado, no es necesario en el marco de la presente invención, realizar una medición de tiempo de propagación altamente precisa dado que ésta sirve

5 finalmente sólo para suprimir zonas de distancia no deseadas. Por tanto, si ahora, por ejemplo, se determina como criterio de diseño un alcance nominal, dentro del cual debe realizarse una determinación de distancia unívoca, la zona de alcance y el intervalo temporal se pueden disponer de modo que el número de errores de medición se mantenga extremadamente reducido. Por tanto, si, por ejemplo, se requiere un alcance nominal de 50 m, la imprecisión de la medición del tiempo de propagación, descrita por la desviación estándar, asciende a +/- 5 m, es conveniente elegir una zona de alcance de una extensión de 55 m, dado que entonces la zona de distancia definida por las desviaciones estándar alrededor de la distancia máxima determinable unívocamente se añade al alcance nominal.

10 Como ya se ha mencionado, en configuraciones concretas de la presente invención, puede ser ventajoso que se midan desplazamientos de fase para más de una frecuencia de modulación. En este caso, pueden imaginarse diferentes posibilidades de uso de los desplazamientos de fase medidos adicionales.

15 Por un lado, es posible que se utilicen al menos dos de las frecuencias de modulación para la definición de la zona de alcance. De esta manera, pueden seleccionarse ventajosamente frecuencias muy altas, de modo que, no obstante, gracias al uso de al menos dos frecuencias de modulación diferentes, resulte una zona de alcance suficientemente grande en la que pueda determinarse unívocamente una distancia con ayuda de los desplazamientos de fase. En este caso, como ya se ha explicado, se trata entonces del valor posible coincidente dentro de la zona de alcance para las distancias que pueden calcularse a partir de desplazamientos de fase individuales.

20 No obstante, alternativa o adicionalmente, es posible también que al menos una de las frecuencias de modulación se utilice para plausibilizar una distancia determinada debido a los desplazamientos de fase de las otras frecuencias de modulación. Por tanto, es imaginable también utilizar al menos una frecuencia de modulación y, por tanto, un desplazamiento de fase medido para plausibilizar adicionalmente un valor determinado para la distancia a partir del al menos otro desplazamiento de fase con el fin de mejorar adicionalmente la fiabilidad de la medición.

25 En un perfeccionamiento ventajoso del objeto de la invención se mide una amplitud de la señal individual durante la medición del tiempo de propagación, considerándose la amplitud durante el control de la exposición al emitir la señal de medición. Por tanto, en esta forma de realización, se observa la amplitud de la señal individual recibida, de lo que pueden extraerse ventajosamente conclusiones sobre el control de exposición. De esta manera, pueden reducirse aún más, por ejemplo, las exposiciones necesarias (es decir, las mediciones).

30 Junto al procedimiento, la presente invención concierne también a un sensor PMD que presenta un equipo de control configurado para realizar el procedimiento según la invención. Por consiguiente, como es habitual, está prevista una fuente de luz (equipo de iluminación PMD) que puede contener uno o varios diodos luminiscentes, por supuesto, no obstante también, otras fuentes de luz adecuadas y, en particular, puede emitir señales de medición y señales individuales para diferentes píxeles del sensor PMD. Un equipo de detección, por ejemplo una cámara, sirve para recibir señales reflejadas. Todas las realizaciones con respecto al procedimiento según la invención se pueden aplicar análogamente al sensor PMD según la invención, con el que pueden lograrse también, por consiguiente, las ventajas mencionadas.

35 Otras ventajas y detalles de la presente invención resultan de los ejemplos de realización descritos en lo que sigue así como con ayuda del dibujo. En este caso muestran:

La figura 1, un croquis del modo de funcionamiento del procedimiento según la invención,

40 La figura 2, un esquema de desarrollo del procedimiento según la invención,

La figura 3, un ciclo de medición a modo de ejemplo en el procedimiento según la invención,

La figura 4, un croquis para la medición del tiempo de propagación y para su evaluación, y

La figura 5, un croquis de principio simplificado de un sensor PMD según la invención.

45 El principio de la presente invención se explica con más detalle en primer lugar con respecto a la figura 1. Allí, está mostrado un vehículo automóvil 1 con un sensor PMD 2 en un trayecto 3. El sensor PMD 2 mide en este caso desplazamientos de fase de una señal de medición modulada con al menos una frecuencia de modulación, que se emite por una fuente de señal correspondiente, por ejemplo que comprende un diodo luminiscente u otra fuente de luz adecuada para PMD y se recibe de nuevo por un equipo de detección, por ejemplo una cámara. Ahora es usual elegir la al menos una frecuencia de modulación de modo que la univocidad de la determinación de distancia a partir del al menos un desplazamiento de fase asociado a la al menos una frecuencia de modulación sea inequívoca en una zona de alcance 4. La iluminación de la zona situada delante del vehículo automóvil 1 por la fuente de señal puede ajustarse entonces de modo que al menos no se reciban señales de reflexión o apenas se reciban señales de reflexión procedentes de objetos usuales más allá de la zona de alcance 4. Sin embargo, existen objetos fuertemente reflectantes, por ejemplo retrorreflectores 5, que pueden devolver una señal de medición reflejada a lo largo de trayectos muy grandes, por ejemplo hasta distancias de 500-700 m. Por tanto, además de las mediciones usuales de desplazamiento de fase, el procedimiento según la invención para el funcionamiento del sensor PMD 2

prevé una medición de tiempo de propagación con una señal individual, si bien ésta se utiliza sólo para excluir zonas de exclusión 6, dibujadas con rayado en la figura 1, situadas fuera de la zona de alcance 4. Una posibilidad de este tipo para sustraer deliberadamente a la observación las zonas de exclusión 6, eleva la flexibilidad para la configuración de la medición de desplazamiento de fase con las señales de medición. La zona de exclusión 6 se suprime de modo que el requisito impuesto a la univocidad existe sólo para la zona de alcance 4 que comprende un alcance nominal, con lo que, por ejemplo, puedan utilizarse menos frecuencias de modulación, se puedan utilizar frecuencias de modulación más altas y similares.

La figura 2 muestra un esquema de trabajo del procedimiento según la invención para medir la distancia de un objeto. Usualmente, los sensores PMD 2 presentan una gran cantidad de píxeles individuales para los cuales, por supuesto, se realiza el respectivo procedimiento según la invención, sobre lo cual se entrará seguidamente también con mayor detalle.

En una etapa 7, tiene lugar, como se conoce básicamente, la medición de los desplazamientos de fase, para lo cual se modula y se emite una señal de medición con al menos una frecuencia de modulación. La señal de medición reflejada se recibe correspondientemente y se determina un desplazamiento de fase. A partir del desplazamiento de fase para cada frecuencia de modulación utilizada se puede determinar unívocamente una distancia dentro de la zona de alcance 4, como se explica.

En una etapa 8, se realiza a continuación una medición del tiempo de propagación. Esto sucede de modo que una señal individual, que puede comprender uno o varios impulsos, se emite por la fuente de señal. No obstante, no se mide ahora un tiempo de propagación exacto, sino que se comprueba si, dentro de un intervalo temporal definido desde la emisión de la señal individual, se recibe de nuevo una reflexión, es decir, una señal individual reflejada. La magnitud del intervalo temporal se determina finalmente con ayuda de la zona de alcance 4, de modo que, por ejemplo, cuando la zona de alcance deba tener una extensión x_{\max} , véase la figura 1, la duración del intervalo temporal según las relaciones del tiempo de propagación conocidas para radiación electromagnética resulte ser $t_{\max} = x_{\max} / (2 \cdot c)$. Para $x_{\max} = 50$ m resulta en este caso, por ejemplo, una duración del intervalo temporal de 83 ns.

Puesto que no son necesarias mediciones temporales exactas sino que solamente se observa un intervalo temporal, los requisitos de la exactitud de la medición del tiempo de propagación y la sincronización son más bien pequeños. Las imprecisiones, que se originan en el marco de la medición del tiempo de propagación, pueden realizarse por medio de una adaptación correspondiente del intervalo temporal y de la zona de alcance 4 con respecto al alcance nominal.

Por consiguiente, por medio de las etapas 7 y 8, resulta un ciclo de medición 9 que está representado esquemáticamente por la figura 3, siendo irrelevante finalmente la secuencia de la medición del desplazamiento de fase y la medición del tiempo de propagación, por lo que en la figura 3 también está mostrada primero la medición del tiempo de propagación 10 y, posteriormente, la medición del desplazamiento de fase 11 con tres fracciones para tres frecuencias de modulación.

En una etapa 12 se comprueba entonces si, dentro del intervalo temporal, se ha recibido una señal individual reflejada en la etapa 8. Si éste es el caso, se asume que los desplazamientos de fase medidos del respectivo píxel no proceden de la zona de exclusión 6 sino de la zona de alcance 4, de modo que, en una etapa 13, se realiza una determinación de una distancia a partir del al menos un desplazamiento de fase como se conoce básicamente. Sin embargo, si no se mide ninguna señal individual reflejada en el intervalo temporal, se descartan los desplazamientos de fase para este píxel, etapa 14.

Con independencia del resultado de la comprobación, comienza entonces el ciclo de medición siguiente, flecha 15.

El principio de la invención se explica aún con más detalle por la figura 4. Se muestra allí el intervalo temporal 16 desde el momento 17 de la emisión de la señal individual hasta el momento 18 que resulta correspondientemente, como se describe, a partir de la duración t_{\max} . Esta medición se realiza para cada píxel, de modo que, como se representa esquemáticamente con ayuda de la superficie 19 de detector con diferentes píxeles 20, para cada píxel 20 en la etapa 9 resulta la decisión de si se determina una distancia a partir de su al menos un desplazamiento de fase. En la figura 4 están representados con rayado a modo de ejemplo los píxeles 20 para los cuales se ha recibido una señal individual reflejada dentro del intervalo temporal 16.

Como se describe, el procedimiento según la invención permite minimizar los requisitos impuestos a la zona de alcance 4 y, por consiguiente, configurar más flexible el procedimiento de medición con respecto a los desplazamientos de fase. Así, pueden utilizarse menos frecuencias de modulación, pero puede pensarse también, no obstante, en utilizar además varias frecuencias de modulación, que estén entonces en valores más elevados y, por tanto, permitan una medición más eficiente. Si se utilizan varias frecuencias de modulación, pueden considerarse al menos dos de los desplazamientos de fase de estas frecuencias de modulación para determinar distancias, pero adicional o alternativamente es imaginable también utilizar al menos una frecuencia de modulación o su desplazamiento de fase medido para verificar una distancia determinada a partir de los desplazamientos de fase asociados a las otras frecuencias de modulación.

5 Finalmente, cabe señalar aún que en la etapa 8 del procedimiento puede acotarse también una amplitud de la señal individual reflejada. Esta amplitud permite una manifestación acerca de si la amplitud de la señal individual emitida está en una zona de valores conveniente o si el control de exposición puede adaptarse también para las señales de medición. Si las señales individuales reflejadas, que proceden ciertamente de la zona de alcance 4, se miden, por ejemplo, todas ellas con amplitud muy alta, esto es un indicio de que la intensidad luminosa en la fuente de señal está ajustada demasiado alta y puede reducirse. Asimismo, por supuesto, pueden sacarse otras conclusiones a partir de la amplitud.

10 La figura 5 muestra finalmente un croquis de principio del sensor PMD 2 montado en el vehículo automóvil 1 solamente esbozado. Como se conoce básicamente, éste comprende una fuente de señal 21 que puede utilizar al menos un diodo luminiscente para generar la correspondiente señal de luz. Una señal 22 emitida por la fuente de señal 21 se refleja eventualmente en un objeto 23 solamente esbozado, de modo que pueda recibirse una señal reflejada 24 en un equipo de detección 25, aquí una cámara, del sensor PMD 2. La activación de los componentes 21, 25 y la evaluación de las mediciones tienen lugar en un equipo de control 26, que está configurado correspondientemente para realizar el procedimiento según la invención.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar una distancia de un objeto (23) a un vehículo automóvil (1) utilizando un sensor PMD (2), que comprende las siguientes etapas:
- 5 - en un ciclo de medición (9) medir un desplazamiento de fase de una señal de medición reflejada en el objeto (23) para al menos una frecuencia de modulación, eligiéndose la frecuencia de modulación de tal modo que en una zona de alcance (4) que comienza en el vehículo automóvil (1), es posible una determinación unívoca de una distancia a partir del desplazamiento de fase, y
- 10 - realizar una medición de tiempo de propagación para una señal individual reflejada en el objeto (23) durante un intervalo temporal (16) que comienza con la emisión de la señal individual y termina en un momento correspondiente a la pasada doble por la zona de alcance (4), realizándose una tras otra la medición del desplazamiento de fase y la medición del tiempo de propagación,
- en caso de que se haya medido una señal individual reflejada durante el intervalo temporal (16), determinar una distancia a partir del desplazamiento de fase,
- 15 - en caso de que no se haya medido ninguna señal individual reflejada durante el intervalo temporal (16), descartar el desplazamiento de fase sin determinar una distancia.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el momento que define el final del intervalo temporal (16), habida cuenta de las imprecisiones de medición y un alcance nominal predeterminado, se determina de tal modo que una zona de distancia definida por las desviaciones estándar esté fuera del alcance nominal situado dentro de la zona de alcance (4), en particular, unido a éste.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que se miden desplazamientos de fase para más de una frecuencia de modulación.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** por que se utilizan al menos dos de las frecuencias de modulación para la definición de la zona de alcance (4).
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** por que al menos una de las frecuencias de modulación se utiliza para plausibilizar una distancia determinada sobre la base de los desplazamientos de fase de las otras frecuencias de modulación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, durante la medición del tiempo de propagación, se mide una amplitud de la señal individual, considerándose la amplitud en el control de iluminación durante la emisión de la señal de medición y/o de una señal individual adicional.
- 30 7. Sensor PMD (2) que comprende un equipo de control (26) configurado para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

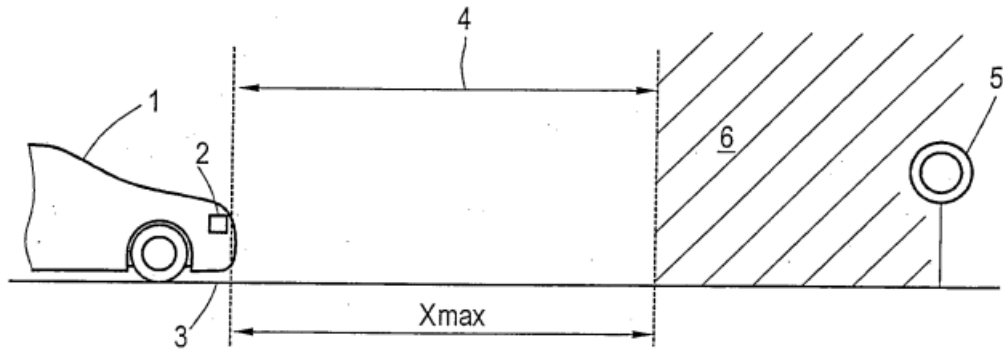


FIG. 2

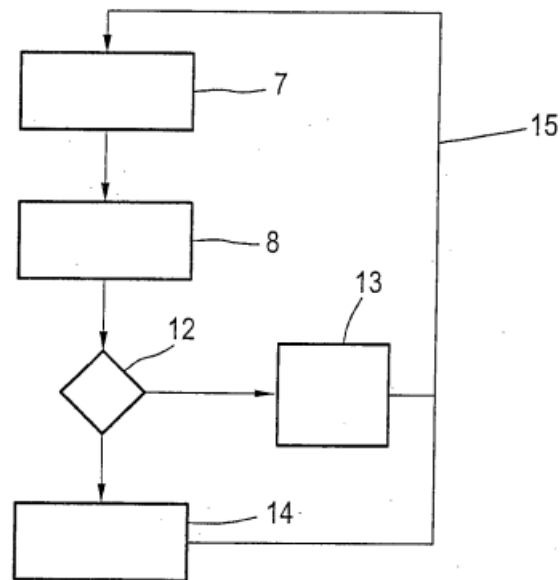


FIG. 3

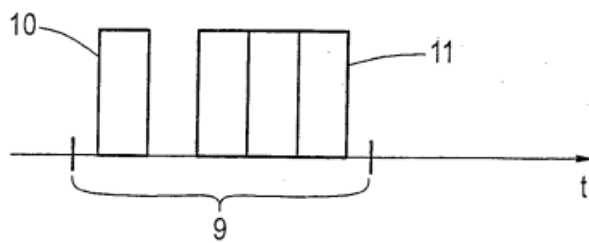


FIG. 4

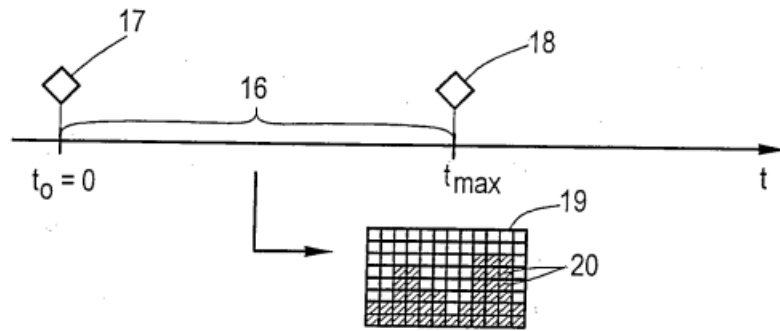


FIG. 5

